

PROJETO E TESTES EM BANCADA DE UM SISTEMA DE TELEMETRIA PARA TEMPERATURA DE CVT E VELOCIDADE INSTANTÂNEA DE UM VEÍCULO BAJA

Kevin Soares dos Santos¹, Pedro José de Carvalho Wanderei², Cristiano Luiz Silva Tavares³

Engenharias

Introdução e Objetivo

O programa Baja SAE BRASIL representa um desafio para estudantes de engenharia, proporcionando a oportunidade de aplicar conhecimentos teóricos no desenvolvimento prático de um veículo off-road, desde a concepção até a fase de testes. Nesse contexto, a telemetria veicular surge como uma ferramenta essencial, permitindo a medição remota de grandezas físicas como velocidade e temperatura, dados valiosos para a criação de protótipos mais eficientes e seguros. O monitoramento de dados em tempo real é fundamental para a análise de desempenho e para garantir a confiabilidade do veículo em competição.

Este trabalho se concentra em duas métricas críticas para a performance do protótipo: a velocidade instantânea e a temperatura da Transmissão Continuamente Variável (CVT). A velocidade é um indicador-chave para avaliar o comportamento dinâmico do carro e otimizar ajustes mecânicos. Já o monitoramento da temperatura da CVT é vital para a gestão da saúde do sistema, pois o superaquecimento pode levar a falhas mecânicas severas, comprometendo o resultado da equipe em provas de resistência.

Diante da importância desses parâmetros, o objetivo geral deste trabalho foi implementar um sistema de aquisição de dados da velocidade instantânea e da temperatura da CVT para o protótipo da equipe SamaBaja. A seguir é discutida a metodologia, testes realizados em bancada e projetos futuros para implementação e testes no veículo.

¹ Graduando em Engenharia Elétrica IFES - Campus São Mateus, kevinsoares1949@gmail.com@gmail.com;

² Graduando em Engenharia Elétrica IFES - Campus São Mateus, pedrojcw10@gmail.com;

³ Mestre em Engenharia Elétrica, IFES - Campus São Mateus, cristiano@ifes.edu.br;

Método e Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida a partir de uma abordagem experimental, que envolveu o projeto de hardware e software, seguida por testes de bancada para validação dos sistemas antes da integração ao protótipo. Foram desenvolvidos dois módulos distintos e integrados, utilizando um sistema embarcado para processar e transmitir os dados de sensores específicos.

Para a coleta de dados, os seguintes procedimentos foram adotados:

- Medição de Velocidade:** Utilizou-se um sensor de proximidade indutivo (modelo LJ12A3-4-Z/BX) para detectar a passagem de elementos metálicos acoplados ao eixo do veículo, gerando pulsos elétricos. Um microcontrolador ESP32 foi programado para registrar esses pulsos via interrupção de hardware, um método preciso que garante que nenhuma medição seja perdida. O software converte a frequência de pulsos em RPM (Rotações por Minuto) e, com base no raio da roda, calcula a velocidade em km/h. Uma placa de circuito impresso (PCB) foi confeccionada para abrigar o circuito. Na figura abaixo, temos a imagem do circuito montado (à esquerda) e o projeto circuito impresso (à direita).

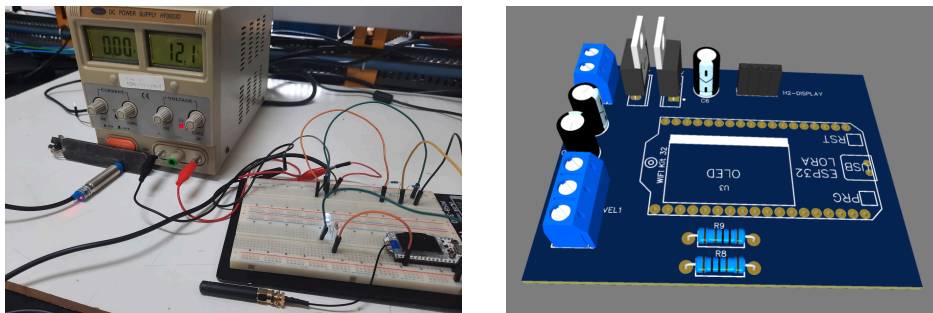


Figura 1 - Testes de medição de velocidade

Fonte: Autoria Própria (2025).

- Medição de Temperatura:** Foi empregado um sensor de temperatura tipo sonda (modelo DS18B20), encapsulado em aço inoxidável, ideal para ambientes hostis. O ESP32 foi programado para realizar 100 leituras consecutivas do sensor, calcular a média desses valores para aumentar a confiabilidade e, por fim, exibir o resultado. A validação em bancada foi realizada comparando as leituras com as de uma câmera termográfica, utilizando um ferro de solda para simular a variação de temperatura. A

seguir, mostramos os testes em bancada realizados, com validação de uma câmera termográfica.

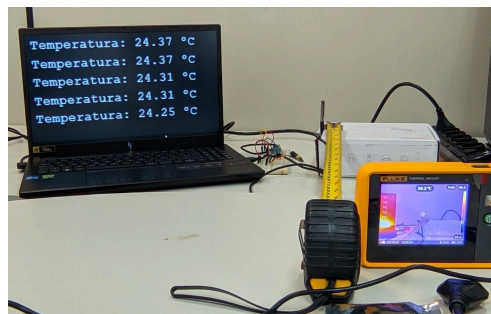


Figura 2 - Testes de medição de temperatura

Fonte: Autoria Própria (2025).

A análise dos dados consistiu na verificação do funcionamento dos sensores em bancada, comparando os valores medidos com instrumentos de referência, o que confirmou a lógica de conversão e filtragem implementada via software.

Discussão e Resultados

No tocante à medição de temperatura da CVT, os testes em bancada do sensor DS18B20, realizados com o auxílio de uma câmera termográfica, apresentaram bons resultados. Foi confirmada a boa precisão do sensor, com uma variação mínima de aproximadamente $0,3^{\circ}\text{C}$, mesmo sob altas temperaturas induzidas. A escolha do sensor DS18B20 demonstra-se alinhada com as práticas de outras equipes de referência, tendo sido utilizado com sucesso nos projetos de Santiago Neto (2021) e Costa (2021) para o mesmo fim. Adicionalmente, a implementação de um filtro de dados baseado na técnica do cálculo de média aumentou a confiabilidade do sinal. Esta é uma prática recomendada para mitigar ruídos em um ambiente de alta vibração.

Devido a problemas na CVT, não foi possível realizar os testes no presente carro da equipe SamaBAJA, a fim de não comprometer a integridade do componente. Dessa forma, para trabalhos futuros, propõe-se um roteiro claro de validação em campo: primeiramente, a instalação e verificação da robustez mecânica do sensor no carro; em segundo lugar, a análise comparativa em tempo real com a câmera termográfica durante a operação para confirmar a precisão em um cenário dinâmico. A relevância desta etapa é exemplificada no trabalho de

Santiago Neto (2021), que apresenta gráficos de desempenho do veículo em operação, demonstrando o tipo de análise que se torna possível após a validação completa do sistema.

Quanto à aquisição de RPM do motor e, consequentemente, da velocidade instantânea, o funcionamento do sensor indutivo foi validado com sucesso em bancada, fazendo uso de um tacômetro Minipa MDT-2238B, com uma variação de 10 RPM, que pode ser devido a ruído no. Os testes confirmaram a eficácia da lógica de contagem de pulsos e da conversão matemática de RPM para km/h. Após a confecção da PCB, os testes foram repetidos, aferindo o correto funcionamento do circuito dedicado. A metodologia de aquisição de pulsos por meio de um sensor indutivo é uma abordagem consolidada em projetos Baja. Santiago Neto (2021) implementou um sistema similar detectando os parafusos do disco de freio, enquanto Costa (2021) utilizou um disco dedicado para gerar os pulsos, o que reforça a validade da abordagem escolhida.

Posteriormente, foi feito um teste com uma roda vazada improvisada, mas não foi possível validar com um tacômetro no protótipo. Devido ao problema na transmissão do protótipo da equipe, não foi possível instalar o circuito no carro. Esta análise, entretanto, evidencia que o maior desafio reside na implementação do protótipo no carro, realizando a integração dos sistemas elétrico e mecânico. Os trabalhos futuros devem, portanto, focar em: projetar e fabricar um suporte e uma roda de gatilho dedicados (ou realizar outra adaptação em alguma parte rotativa do protótipo), garantindo alinhamento e durabilidade e realizar a calibração final do sistema em movimento, comparando a velocidade aferida com dados de um GPS.

Considerações Finais

Este projeto executou com sucesso as fases de concepção, projeto e validação em bancada de um sistema de aquisição de dados para as grandezas de temperatura da CVT e velocidade do protótipo SamaBaja. Os resultados obtidos confirmaram a adequação dos componentes e métodos escolhidos: o subsistema de temperatura atingiu a precisão esperada em torno de 0,3°C e o subsistema de velocidade, materializado em uma placa de circuito impresso funcional, demonstrou uma conversão de pulsos para km/h correta e repetível. Assim, o trabalho entrega dois módulos eletrônicos funcionais e com desempenho verificado em ambiente de laboratório.

A conclusão da validação em campo, entretanto, permanece como a próxima fase crítica do desenvolvimento. Os trabalhos futuros deverão, portanto, focar na superação do desafio da integração entre o sistema elétrico e mecânico, que envolve o projeto de conexões físicas seguras, como suportes e uma roda de gatilho para o sensor indutivo e suporte para o sensor da CVT. Assim, seria possível realizar a validação em campo, realizando a calibração da velocidade com um GPS de referência e aferindo a precisão do sensor de temperatura sob as condições reais de operação.

Agradecimentos/Apoio Técnico (opcional)

Os autores agradecem ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) pelo apoio institucional, à equipe SamaBaja pela parceria e colaboração, e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) pelo incentivo à pesquisa.

Referências

SANTIAGO NETO, Arthur . **Implementação de telemetria no veículo da equipe Cerrado Baja SAE**. 2021. 68 f.. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecatrônica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

COSTA, Bianca Fernandes. **Implementação da arquitetura eletrônica em protocolo Controller Area Network para veículo off-road tipo BAJA**. 2021. Monografia (Graduação em Engenharia Eletrônica) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2021.